

6/2 Testy biomechaniczne [6,5,14]

Jednym z wyznaczników dopuszczenia pacjenta do uprawiania/powrotu do sportu jest pomiar siły w warunkach izokinetycznych. Aby był on wymierny, należy przestrzegać wszelkich zasad pomiaru w izokinetyce. Pomocnym i często używanym w tym celu urządzeniem będzie dynamometr Biodex 3, na którym możemy przeprowadzić badania najważniejszych stawów w warunkach izokinetycznych.

Dopuszczenie
zawodnika
do sportu

Badanie musi być opatrzone precyzją i ściśle określonymi warunkami, które badający musi spełnić, aby wyniki były wymierne.

Warunki
do spełnienia

1. Edukacja pacjenta

Edukacja pacjenta

Pacjent musi być poinformowany w temacie pomiaru, celu badania, przeciwwskazaniach i wartościach referencyjnych.

2. Kolejność testu

Przeprowadzenie
testu

Testy w warunkach izokinetycznych polegają głównie na porównaniu wyników uzyskanych przez kończynę/część ciała zdrową i chorą. Zawsze w pierwszej kolejności dokonujemy pomiaru w obrębie kończyny/części ciała zdrowej. Pierwszym powodem tego stanu rzeczy jest możliwość ustalenia docelowego wyniku dla kończyny/części ciała uszkodzonej. Drugim powodem rozpoczynania pomiaru od kończyny/części ciała zdrowej jest uświadomienie pacjenta jak wygląda test, czego może spodziewać się w trakcie pomiaru oraz zmniejszenie obaw dotyczących przebiegu testu.

3. Rozgrzewka

Rozgrzewka

Pacjent powinien przed wykonaniem właściwego pomiaru wykonać kilka prób z submaksymalnym obciążeniem oraz jedną z obciążeniem maksymalnym dla każdej z zadanych prędkości. Próby z submaksymalnym obciążeniem (25%, 50%, 75%) przygotowują do wykonania właściwej próby oraz zaznajamiają badanego z urządzeniem pomiarowym. Próba z maksymalnym obciążeniem wykonywana jest w celu płynnego przejścia z próby do docelowego testu. Jeśli poprosimy pacjenta o wykonanie próby testowej po submaksymalnych, wtedy wynik może być nieprawidłowy ze względu na nieumiejętne przejście w wysiłek maksymalny. Odtworzenie wysiłku docelowego w rozgrzewkach zwiększa wiarygodność wyników.

Komendy werbalne

4. Komendy werbalne

Konieczne jest zachowanie zgodności pomiędzy kolejnymi testami. Często napisane są instrukcje, które zwiększają wiarygodność badania. Każdy test powinien zawierać również szereg komend werbalnych dla lepszego zrozumienia przez badanego. Przykładem może być sygnał świadczący o rozpoczęciu próby, pozostałych powtórzeniach oraz o zakończeniu testu. System Biodex 3 jest wyposażony w odpowiednie sygnały dźwiękowe, które podczas pomiaru pomagają w lepszym wykonaniu prób testowych.

Protokoły badania

5. Protokoły badania

Każde badanie powinno odbywać się zgodnie z ustalonym protokołem. Dla każdej badanej części ciała powinien zostać stworzony oddzielny dokument. System Biodex 3 zawiera gotowe protokoły oraz pozwala na stworzenie własnych.

Dla każdego stawu wyznaczniki anatomiczne (na przykład oś obrotu), pozycja do testu, stabilizacja pozycji, skala wartości, zakres i kierunek ruchu itp., powinny być określone.

Prędkość kątowa w teście

6. Prędkość

Zależnie od testowanego stawu, wartość prędkości kątowej w teście będzie różna. Ogólnie poleca się testować w prędkości wolnej, średniej, szybkiej i funkcjonalnej.

Dla przykładu przy badaniu zgięcia/wyprostu w stawie kolanowym stosuje się prędkość 60-90°/sec, 180°/sec, 300°/sec oraz prędkość funkcjonalną, czyli 400-600°/sec. Pacjent powinien wykonać od trzech do pięciu powtórzeń w każdej z zadanych szybkości.

Najczęstsze problemy**Najczęstsze problemy podczas wykonywania testów:**

1. Oś

Oś obrotu powinna zostać ustawiona tak, aby być jak najbardziej zbliżoną do anatomicznej, prawidłowej osi obrotu w badanym stawie. Jeśli oś obrotu nie jest dobrze ustawiona na sprzęcie, sprawia, że ruch jest nienaturalny lub ogranicza zakres ruchomości.

2. Kompensacje

Jeśli pacjent nie jest odpowiednio ustabilizowany z osią ustawioną prawidłowo, jak opisano powyżej, podczas testu będzie używał kompensacji, które w efekcie zmniejszą wiarygodność pomiaru.

Przeciwwskazania względne i bezwzględne do wykonania testu:Przeciwwskazania

Przed każdym badaniem w warunkach izokinetycznych pacjent powinien, przed przystąpieniem do testu, zostać przebadany w celu określenia, czy nie istnieją przeciwwskazania do wykonania testu. Jeśli przeciwwskazania będą względne, należy zacząć test od szybszych prędkości kątowych i zmniejszać je w miarę możliwości (szybsza prędkość kątowa – mniejsza siła generowana przez pacjenta).

Przeciwwskazania względne:

Przeciwwskazania
względne

1. Ból
2. Ograniczony zakres ruchomości
3. Wysiłek lub stan zapalny błony maziowej
4. Przewlekłe skręcenie trzeciego stopnia
5. Przeciążenie

Przeciwwskazania bezwzględne:

Przeciwwskazania
bezwzględne

1. Niegojące się tkanki miękkie
2. Silny ból
3. Znacznie ograniczony zakres ruchomości
4. Masywny wysięk
5. Znaczna niestabilność badanego stawu
6. Ostre przeciążenie
7. Skręcenie w fazie ostrej

Do wstępnego badania pacjenta, w celu określenia, czy istnieją przeciwwskazania do wykonania testów w warunkach izokinetycznych, może służyć szereg testów funkcjonalnych przedstawionych w rozdziale pierwszym tego opracowania.

Podczas testów na urządzeniach dokonujących pomiarów w warunkach izokinetycznych typu Biodex 3, wartość siły określana jest podczas testów w prędkościach poniżej 60°/sek. Najczęściej używane do tego celu szybkości to 30°/sek, 45°/sek i 60°/sek. Rekomenduje się wykonywanie testów w tych ustawieniach relatywnie rzadko, ponieważ duże obciążenie stawów testowanych może doprowadzić do zwiększenia

Najczęściej używane
prędkości kątowe

odczuwania symptomów związanych z kontuzją, stanu zapalnego lub wysięku. Drugi powód to fakt, iż prędkość 60°/sek nie jest prędkością funkcjonalną. Bardzo rzadko zdarza się, że małe prędkości kątowe są użyteczne przy testowaniu ruchów rotacyjnych oraz w stawach o małym zakresie ruchomości, na przykład staw piętowo-skokowy.

Określenie różnic

Testowanie bilateralnych grup mięśniowych w niskich prędkościach kątowych pozwala na określenie różnic w sile generowanej przez te grupy. Za normę uznaje się powszechnie różnicę rzędu 10-15% (na przykład ze względu na istnienie kończyny dominującej). Przy takiej lub mniejszej różnicy dopuszcza się zawodnika do treningu.

Unilateralnie podczas testu możemy określić balans pomiędzy siłą mięśni z antagonistycznych grup (zginacze/prostawniki). Zawodnika można dopuścić do treningu jeśli nie posiada znaczącego dysbalansu pomiędzy tymi grupami mięśni.

Maszyna mierzy również siłę, którą dana grupa mięśni osiąga w odniesieniu do wagi pacjenta i porównuje rezultat do wyników referencyjnych. Pozwala nam to określić grupy mięśniowe, w których istnieją jeszcze „braki”, i nad których treningiem trzeba się bardziej skupić przed decyzją o powrocie do pełnych obciążeń.

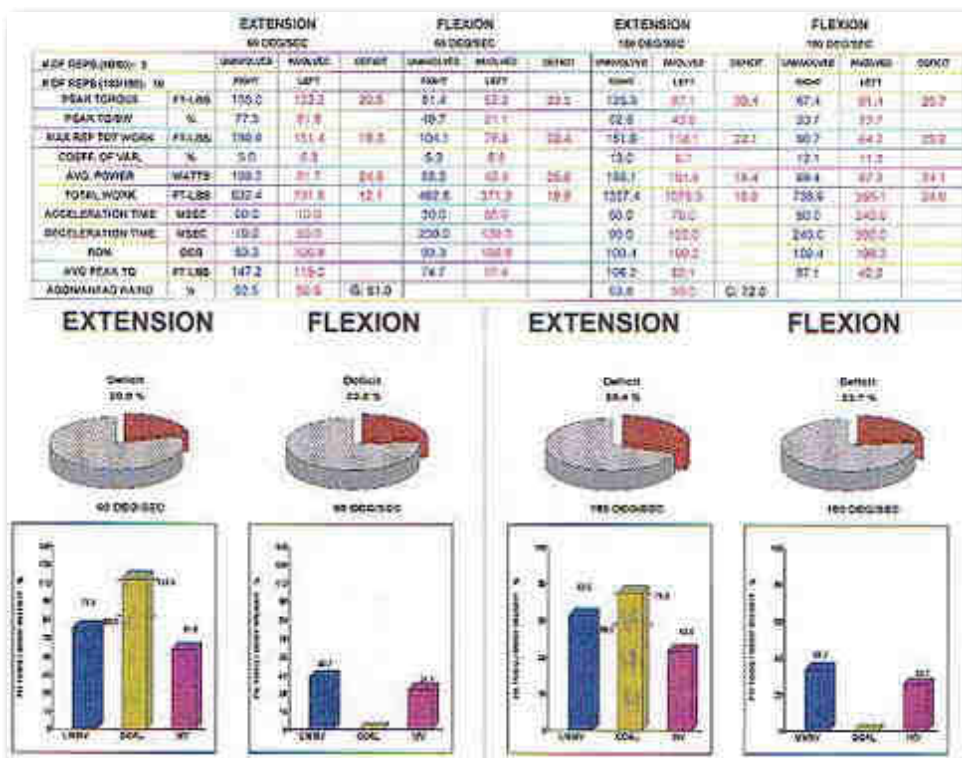
Na ryc. 1 przedstawiony został przykładowy wydruk po pomiarze na urządzeniu Biodex 3. Podczas badania najważniejsze wartości jakie możemy ocenić to:

Oceniane wartości

- maksymalny moment obrotowy,
- maksymalna moc,
- średnia moc,
- wykonana praca,
- czas przyspieszenia.

Normy

Dodatkowo urządzenie pokazuje uśrednione, dobrane do parametrów pacjenta (waga, wiek, dominująca kończyna) normy. Dzięki temu potrafimy nie tylko porównać dane pomiarowe z obu kończyn, ale również ocenić, jaki trening powinien zastosować trener, aby jeszcze lepiej przygotować zawodnika do startów lub fizjoterapeuta do dalszej rehabilitacji.



Ryc. 1. Przykładowy wynik pomiaru na Biodex 3 System[17].



Ryc. 2. Pomiar na Biodex 3 system[14].

Platforma stabilometryczna

Drugim urządzeniem, którego używa się podczas podejmowania decyzji o powrocie zawodnika do wyczynowego sportu jest platforma stabilometryczna (na przykład PLA2-4P lub Biodex Balance System), czyli urządzenie dokonujące pomiaru wychylenia środka ciężkości ciała, a więc kontroli nerwowo-mięśniowej, w warunkach statycznych i dynamicznych.

Przy stabilnym podłożu, w trakcie pomiarów realizowanych na platformach stabilometrycznych, najczęstszym parametrem wykorzystywanym w ocenie stabilności i propriocepcji jest środek nacisku stóp na podłoże (COP – centre of pressure) i środek ciężkości (COG – centre of gravity).

Utrzymanie stabilnej postawy

Diagnostyka zdolności utrzymania stabilnej postawy, gdy czynnikiem destabilizującym jest nieruchome podłoże, wymusza na osobie testowanej wykonywanie ciągłych ruchów w celu utrzymania prawidłowej postawy. Precyzyjna kontrola stanu układu nerwowo-mięśniowego sportowca możliwa jest dzięki szczegółowym raportom wygenerowanym przez dołączone do urządzeń oprogramowanie komputerowe i ilościowym parametrom uzyskiwanym w trakcie pomiaru. Najczęściej wykorzystywane z nich to indeks stabilności przednio-tylnej (APSI – *anterior-posterior stability index*), przyśrodkowo-bocznej (MLSI – *medialslateralis stability index*) oraz wartość indeksu całkowitego (OSI – *overall stability index*, rejestrowane w trakcie pomiarów na Biodex Balance System) oraz wynik w postaci globalnej oceny stabilności (uzyskany z pomiarów na platformie PLA2-4P).

Niestabilne podłoże jest tym elementem, które najlepiej testuje mechanoreceptory w warunkach testów dynamicznych w porównaniu do badań na klasycznych platformach stabilometrycznych.

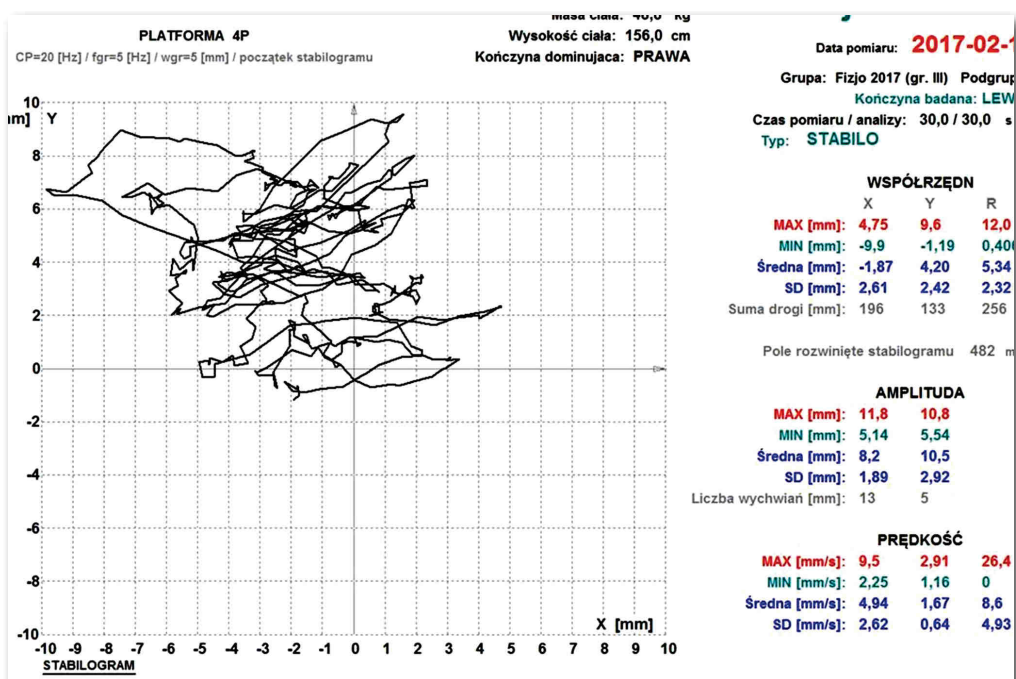
Kontrola stawu skokowego

Dynamiczna, nerwowo-mięśniowa kontrola stawu skokowego może być kluczem do uzyskania jego funkcjonalnej stabilizacji. Ma to ogromne znaczenie w sporcie, w takich dyscyplinach jak gry zespołowe, gdzie stabilność gwarantuje dynamiczne funkcjonowanie w biegu, skokach, hamowaniu czy zmianie kierunku poruszania się. W piłce nożnej, ręcznej czy koszykówce wiele czynności motorycznych polega na szybkich zmianach pozycji bądź wielokrotnej zmianie tempa biegu. Niejednokrotnie różne elementy techniczne wykonywane są bez kontroli wzroku i wymagają od zawodnika lub zawodniczki właściwego poziomu czucia proprioceptywnego.

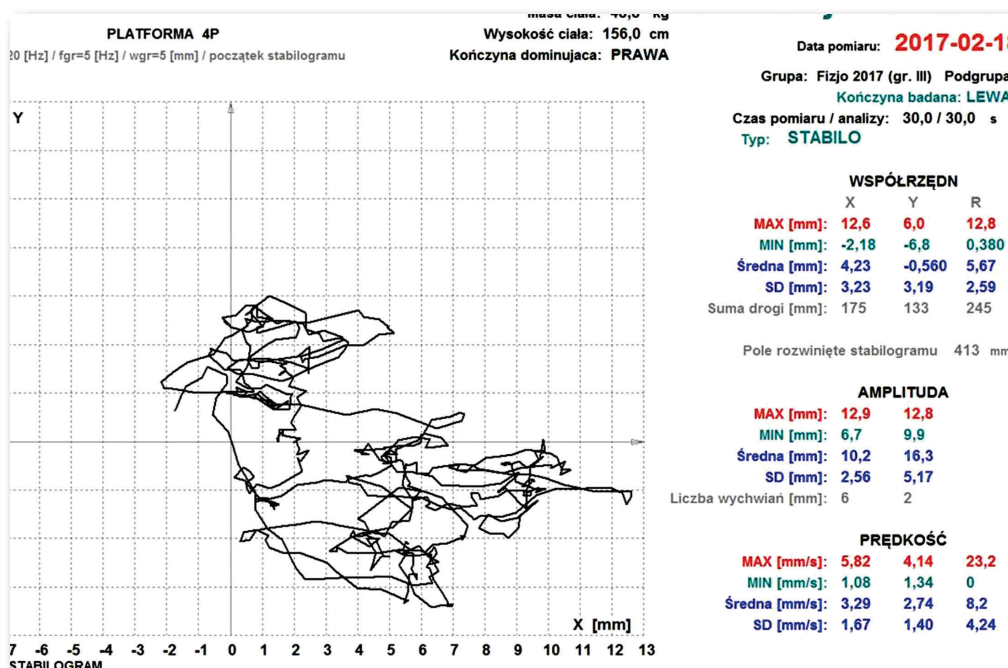
Pomiary stabilności i czucia

Wyniki uzyskane z pomiarów stabilności i czucia głębokiego, mogą wskazywać na deficyty w zakresie współdziałania układów proprioceptywnego, przedsionko-

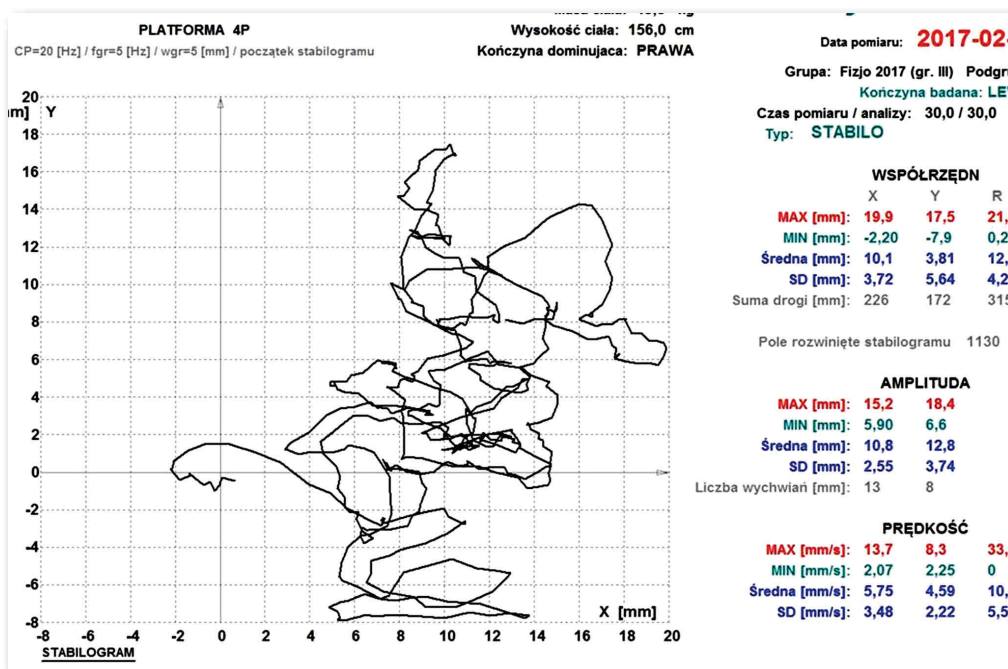
wego i wzrokowego oraz pozwalają na identyfikację tzw. słabych obszarów, gdzie widoczny jest brak właściwej kontroli sensomotorycznej. Obiektywne wskaźniki stabilności mogą być wykorzystane jako parametry wskazujące na ryzyko pojawienia się urazu wskutek zaburzenia kontroli nerwowo-mięśniowej i obniżenia poziomu sportowego. Nieprawidłowości w kontroli czuciowo-ruchowej mogą zwiększać groźbę pojawienia się kontuzji sportowych, takich jak: skręcenia stawu skokowego, skręcenia stawu kolanowego czy zerwania więzadła krzyżowego przedniego kolana. Dlatego też przed podjęciem decyzji o powrocie zawodnika do sportu należy wykonać powyższe pomiary. [Grygorowicz]



Ryc. 3. Wychylenie środka ciężkości podczas pomiarów na platformie stabilograficznej – oczy otwarte.



Ryc. 4. Wchylenie środka ciężkości podczas pomiarów na platformie stabilograficznej – oczy otwarte, bez kontroli na ekranie.



Ryc. 5. Wchylenie środka ciężkości podczas pomiarów na platformie stabilograficznej – oczy zamknięte.

Autor: Mateusz Worobel